

Slamflykt i aktivslamanläggningen – ett minne blott ?

Kartongbruket Fiskeby Board AB i Norrköping har tagit ett stort steg mot renare miljö genom att installera ett biofilmsteg i sin reningsanläggning.

Den befintliga aktivslamanläggningen var redan innan ombyggnaden bland de mest effektiva i branschen men känslig för svängningar. Efter upprepade incidenter med slamflykt lät företaget Miljörevisorerna Environnet AB analysera situationen och föreslå lämpliga åtgärder. Kaldnes Miljöteknologi AS fick uppdraget av Fiskeby Board AB att genomföra huvudleveransen av biofilmreaktorn.

I denna artikel redovisas först teoretiskt vad som är trolig orsak till slamflyktproblem i en aktivslamanläggning och hur dessa problem optimalt skulle kunna hanteras. Slutligen redovisas de praktiska resultaten från den ombyggda reningsanläggningen vid Fiskeby Board, som delvis är utförd enligt dessa principer.

COD/BOD boven till slamflykt

Det är enligt Torgny Kindhs mening det lätt nedbrytbara COD/BOD som är huvudorsaken till slamflyktproblematiken i aktivslamanläggningar.

Detta torde innebära en risk att aktivslamanläggningar för avloppsvatten från pappers- och massatillverkning som inte redan idag har stora slamflyktproblem kommer att få detta



Torgny Kindh, Miljörevisorerna Environnet AB, och Magnus Johansson, Fiskeby Board AB.



Fiskeby Board med Motala Ström i förgrunden.

bekymmer i framtiden. Orsaken är att de interna åtgärder som vanligen vidtas för att minska biologiskt svårnedbrytbara ämnen i avloppsvattnet i kombination med en ökad användning av tillsatsämnen, typ stärkelse, kommer att innebära en kraftig ökning av andelen biologiskt lättnedbrytbart COD/BOD.

Förhållandet mellan COD och BOD_7 är ett ofta använt mått på lättnedbrytbart COD/BOD men BOD_{28} ger en bättre information och skulle kunna vidareutvecklas till en bra indikator.

När andelen lättnedbrytbart COD/BOD stiger, ökar den mängd som biologiskt kan reduceras snabbt. Hastigheten på denna reduktion ökar också genom att temperaturen i de flesta biologiska anläggningar idag är optimal, cirka 35°C . Denna stora biologiska aktivitet innebär en stor risk för obalans mellan andelen bakterier som primärt konsu-

merar COD/BOD och andelen högre organismer som konsumerar bakterier. Det är de högre organismerna som främst minskar den biologiska slam mängden och förbättrar avskiljningsegenskaperna (sedimentering) av slamm.

Det behöver inte nödvändigtvis vara störningar i inkommande avloppsvatten eller felaktiga processparametrar i reningen, som syrehalt eller närhalter, som skapar denna obalans. Det räcker med att anläggningen har gått bra under en längre period och att andelen högre organismer har vuxit sig så starka att det blivit brist på flock/filmbildande bakterier i förhållande till lättnedbrytbart COD/BOD, vilket i sin tur givit en grund för bildande av trådbakterier.

Det är dock inte dessa primärstörningar som gör att slamflyktproblem drar ut över tiden utan i stället de stora

skillnaderna i tillväxthastighet mellan bakterier, från cirka 20 minuter till någon timme, för högre organismer cirka 12 timmar till någon vecka.

Den uppkomna obalansen mellan lättnedbrytbart COD/BOD, flock/film-bildande bakterier och högre organismer startar en ond cirkel, som innebär dåliga sedimenteringsegenskaper, syrebrist i slammet i sedimenteringsbassängen, höga utsläpp m m. Om andelen lättnedbrytbart COD/BOD är hög innebär det också att tillväxten av bakterier kommer igång snabbt och framför allt med hög intensitet, vilket ofta resulterar i att problemen drar ut i tiden.

Optimal lösning?

En grundprincip är att huvuddelen av det biologiska arbetet (COD cirka 40–60 procent reduktion och BOD >70 procent reduktion) ska utföras separat under den första timmen. Görts inte detta riskerar man att få dålig tillgänglighet och kan tvingas investera i stora anläggningar med stor energiförbrukning som följd.

Ett sätt som denna grundprincip kan genomföras på är att behandla avloppsvattnet i tre steg enligt följande:

1. Luftning
2. Biofilmsteg 1
3. Biofilmsteg 2

Luftningen syftar till att förbereda avloppsvattnet och avtoxifiera det från t ex svavelväte inför den biologiska behandlingen. Vid mindre flöden eller delflöden kan behandling i skrubber vara optimal genom stor kontaktyta

mellan luft och vatten samt möjligheter att kunna genomföra extra oxidation med t ex ozon.

Biofilmsteg 1 ska ha kort uppehållstid, cirka 30 minuter, och innehålla maximal tillgänglig biofilmsyta och därigenom maximal mängd bakterier, som inte får konkurreras ut av högre organismer som också kommer att finnas i detta steg.

Biofilmsteg 2 är i huvudsak till för att skydda aktivslamsteget från plötsliga förändringar när t ex biofilmsteg 1 störs av tillfälliga utsläpp. Dessutom ska detta steg fungera som generator av aktivt bioslam till det efterföljande aktivslamsteget.

Det efterföljande aktivslamsteget, med pluggflöde, kan dimensioneras efter en slambelastning, beräknat på inkommande vatten till reningsanläggningen, >2,0 kg COD/d/kg slam i luftningsbassängen, mot idag cirka 0,2–0,5 för lågbelastade aktivslamanläggningar.

En viktig faktor för hög tillgänglighet i en biologisk reningsanläggning är att det alltid finns löst syre tillgängligt och att detta sker på ett kontinuerligt kontrollerat sätt. Idag är tillgänglig syresättningskapacitet en alltför vanlig bristvara i våra biologiska reningsanläggningar.

Lufttillförsel ska ske med utrustning som ger bra syreöverföring till bioslammet, alltså inte finblåsig luftningssystem utan i stället med någon typ av injektor-system.

För att reducera klorat från klor-dioxidblekt massatillverkning bör ett separat anoxiskt försteg, biofilm, instal-

leras för de kloratrika avloppsvattnen med 0,5–1 timmes behandlingstid.

Ombyggnaden vid Fiskeby Board

Fiskeby Board byggde 1994 en aktivslamanläggning (Sulzer) som under flera år fungerade mycket bra med en reduktion av COD kring 90 procent. Dock ökade frekvensen av slamflykt, vilket resulterade i svårigheter att hålla villkoren. Detta gällde främst fosforvillkoret, vilket var en följd av höga utsläpp av suspenderat material och däri bundet fosfor.

Vecka 36, 1998, tog Fiskeby Board beslut att befintlig selektor skulle konverteras till ett biofilmsteg som försteg till befintlig aktivslamanläggning och att installationen skulle vara i drift efter ett sexdagars stopp vecka 40.

Luftarsystem och bärare handlades upp av Kaldnes Miljöteknologi AS, i övrigt hanterades projektet av Fiskeby Board och med hjälp av inhyrda entreprenörer. Miljörevisorerna Environnet AB ansvarade för utformningen av anläggningen.

Fiskeby Board tillverkar fyrskiktets bestruken kartong baserad på 100 procent returpapper. Årsproduktionen är cirka 130 000 ton.

Huvuddelen av processavloppsvattnet leds idag via ett skivfilter till ett bakvattentorn (2 000 m³). Detta torn används som bakvattenbuffert för processen. Från bakvattentornet pumpas överskottsbakvattentornet med en nivåstyrd pump via en värmeväxlare till den biologiska reningsanläggningen. En delström, som utgörs av golvspill, pumpas från och med nyår direkt till reningsanläggningen.

Den biologiska reningen består av ett biofilmsteg (270 m³), tidigare använd som selektor, en luftningstank (3 010 m³) och en sedimentering (630 m²). Utgående vatten från den biologiska reningen blandas med kyl- och tätningsvatten innan det via fabriken huvudavlopp avleds till Motala Ström uppströms Norrköping. Som närtsalter används urea och fosforsyra. För slamavtättning används en centrifug (Alfa Laval).

Fyllnadsgraden i biofilmsteget är idag 50 procent med Kaldnes bärare, K2. Ytterligare 30 m³ (10 procent av reaktorvolymen) har köpts för att fylla på när driftserfarenheter erhållits från nuvarande fyllnadsgrad. Bärarna har en yta på 350 m²/m³ vilket med dagens fyllnadsgrad innebär en yta motsvarande nio fot-

Historien om suspenderad biofilm

Biofilm som reningsmetod har använts i hundratals år. Biorotorer och biotorn har använts inom skogsindustrin sedan lång tid men numera i begränsad omfattning på grund av att de vid höga halter av organiskt material är svårstyrda vad gäller syresättningen. Under 1980-talet utvecklades på Trondheim Universitet under Hallvard Ödegaard en ny teknologi med suspenderade biofilmsbärare. 1990 introducerade Torgny Kindh denna teknik för skogsindustrin tillsammans med Leif Jansson, Stora Fors, och med bistånd av Eva Biwall, naturvårdsverket. 1994 introducerade Torgny Kindh också denna teknik för Jaroslav Havlicek, Rottneroskoncernen, i form av ett försteg till

aktivslamanläggningar. Den i Trondheim utvecklade suspenderade biofilmstekniken patenterades och kommersialiserades av Kaldnes Miljöteknologi AS. Det finns idag ett antal företag, förutom Kaldnes, som levererar biofilmsbärare enligt denna teknologi; ANOX (Natrix), Valmet Flootek (Flooded), Purac (Natrix och Kaldnes) och Malmbergs (Kaldnes).

Idag finns det cirka 25 anläggningar för skogsindustrin, varav 14 är i drift i Sverige.

Under 1998/99 installerades följande anläggningar med suspenderade biofilmsbärare i Sverige: Skåpafors (Flooded), Grycksbo (Kaldnes), Fiskeby (Kaldnes) och Stora Mölndal (Flooded).

bollspaner (44 500 m²). Luftförsörjningen sker med hjälp av två syrehaltsstyrda och varvtalsreglerade blåsmaskiner på 75 kW. Numera försörjer den ena blåsmaskinen biofilmsteget och den andra styr aktivslamsteget.

Övriga åtgärder som genomförts för att förbättra driften av bioanläggningen är följande:

- som hjälpmedel för den dagliga driften används det finska dataprogrammet "Biopert"
- ökat och flödesstyrt returslamflöde, cirka 150 procent av ingående flöde
- kontinuerlig slamnivåätning i sedimenteringsbassängen
- ändrat uttag av vatten från luftningen, idag från ytan i stället för som tidigare från botten.

Efter interna åtgärder under nyårsstoppet har avloppsmängden minskad från tidigare cirka 200 m³/tim till nuvarande cirka 150 m³/tim.

I nedanstående *tabeller 1* och *2* redovisas några nyckeltal för anläggningen.

I *figur 1* redovisas halten SS i utgående vatten från anläggningen från 1 januari 1998 till och med 22 mars 1999.

Anläggningen ska utvärderas under sex månader och resultaten redovisas i enlighet med ett myndighetskrav, varför de hittills erhållna resultaten ska ses som preliminära.

Uppnådda resultat

Hittills har följande resultat uppnåtts:

- Ingen slamflykt från driftstarten i början av oktober. Utgående SS GF/A-halt har, som medelvärde, varit <4

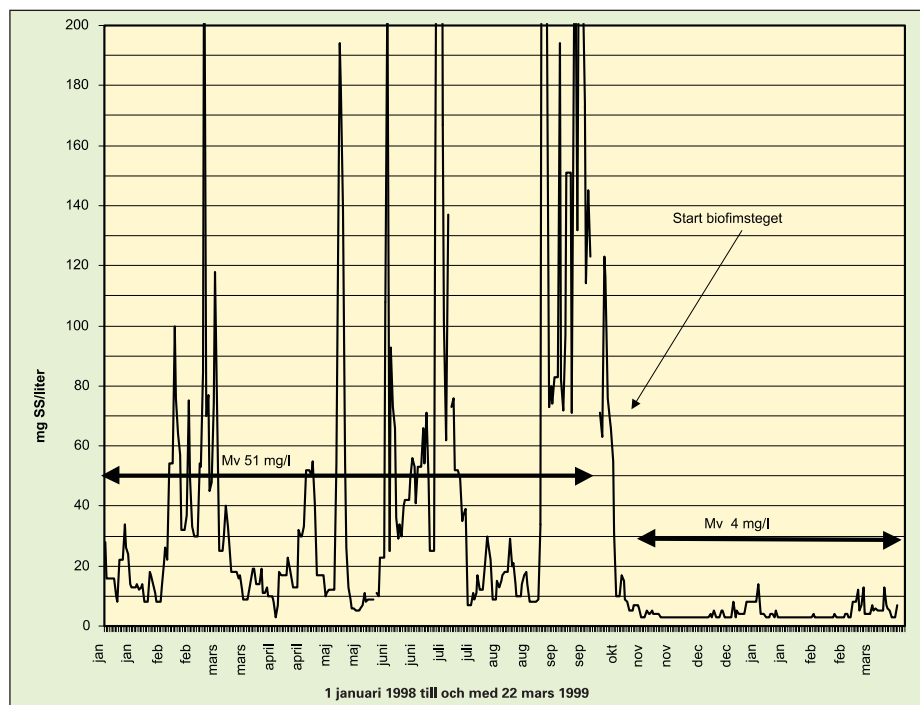
Avseende	Enhet	Ingående	Utgående
Flöde	m ³ /h – m ³ /ton	150 – 10	–
COD _{tot} *	kg/d – kg/ton	5 600 – 15	340 – 0,9
COD _{GF/A}	kg/d – kg/ton	4 400 – 12	–
SS _{GF/A}	kg/d – kg/ton	1 000 – 2,5	25 – 0,06
Tot-N	mg/l – gram/ton	7,5 – 97	2,5 – 32
Tot-P	mg/l – gram/ton	1,0 – 13	0,10 – 2,0

* Anläggningen är dimensionerad för 10 000 kg COD per dygn.

Avseende	Biofilmssteget	Aktivslamsteget	Hela anläggningen
Uppehållstid, h	1,9	21	23
Reduktion COD _{GF/A} **	40	–	93
Reduktion BOD _{GF/A} **	70	–	99
Reduktion SS _{GF/A}	–	–	99

** Utgående analyser från anläggningen avser omsakat prov.

Tabell 1 och 2. Några nyckeltal för Fiskeby Boards bioreningsanläggning.



Figur 1. Utgående suspenderad substans (mg/l) från bioreningsanläggningen i Fiskeby.

mg/l och med ett max värde på 14 mg/l under perioden 25 oktober 1998 till 1 mars 1999.

- Slamhalten i luftningsbassängen har kunnat sänkas 20 procent vid dagens COD-belastning (70 procent av ursprunglig dimensionerad belastning) utan försämrad verkningsgrad. Det torde finnas möjligheter till ytterligare sänkning utan försämrad verkningsgrad. Detta ger ytterligare framtida utrymme för ökade COD-mängder från kartongbruket.

- Lättare att minimera närsaltdoseringar utan att störa biologin vilket givit minskad närsaltförbrukning. Utgående fosfor har under perioder varit 0,08 mg tot-P/l i utgående vatten.
- Jämnare belastning på slamavvattningen och förbättrad sluttorrhalt, från cirka 16 procent till cirka 21 procent.
- Minskad energiförbrukning för syresättningen.
- Minskat tillsynsbehov.
- Utgående mängd COD har minskat med cirka 30–40 procent jämfört med tidigare bra perioder.
- Genom ombyggnaden har kapaciteten (dimensionerat värde för inkommande mängd COD) för anläggningen kunnat höjas med drygt 30 procent.

Efter nyår sänktes flödet till anläggningen med cirka 30 procent, vilket också innebar en uppehållstidsökning på cirka 30 procent. Verkningsgraden (COD) över biofilmsteget minskade då med cirka 5 procent, från 45 till 40 procent. Totalreduktionen är oförändrad.

Investeringskostnaden för att konvertera slamselktorn till ett biofilmförsteg uppgick totalt till cirka två miljoner kronor, varav utrustningen till själva biofilmsteget i form av bärare, luftare, silkorgar och syremätare understeg en miljon kronor.

Torgny Kindh (tel 011-16 65 00)
Magnus Johansson